

XRPX Acc No: N01-488023

Optical fiber connector for optical communication, forms coupling agent layer on outer circumference of optical fiber which is inserted and fixed into ferrule by adhesive agent

Patent Assignee: KYOCERA CORP (KYOC)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|---------------|------|----------|--------------|------|----------|----------|
| JP 2001264579 | A | 20010926 | JP 200082220 | A | 20000323 | 200175 B |

Priority Applications (No Type Date): JP 200082220 A 20000323

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|---------------|------|--------|---------------|--------------|
| JP 2001264579 | A | | 6 G02B-006/36 | |

Abstract (Basic): JP 2001264579 A

NOVELTY - A ferrule (1) has through-hole into which optical fiber (2) is inserted and is fixed by an adhesive agent (3). A coupling agent layer (4) is formed on outer circumference of the optical fiber.

USE - Used for optical communication, optical package consisting of laser diode.

ADVANTAGE - Since coupling agent layers are formed, the peeling of adhesive agent is prevented. Also, breaking of optical fiber is reliably prevented.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the optical fiber connector.

Ferrule (1)
Optical fiber (2)
Adhesive agent (3)
Coupling agent layer (4)
pp; 6 DwgNo 1/4

Title Terms: OPTICAL; CONNECT; OPTICAL; COMMUNICATE; FORM; COUPLE; AGENT; LAYER; OUTER; CIRCUMFERENCE; OPTICAL; INSERT; FIX; FERRULE; ADHESIVE; AGENT

Derwent Class: P81; V07

International Patent Class (Main): G02B-006/36

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V07-F01A1B; V07-G01; V07-G03

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-264579

(P2001-264579A)

(43) 公開日 平成13年9月26日 (2001.9.26)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 6/36

識別記号

F I

G 0 2 B 6/36

テ-マコ-ト*(参考)

2 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-82220(P2000-82220)

(22) 出願日 平成12年3月23日 (2000.3.23)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 小林 善宏

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

Fターム(参考) 2H036 KA02 LA07 QA16 QA17 QA18

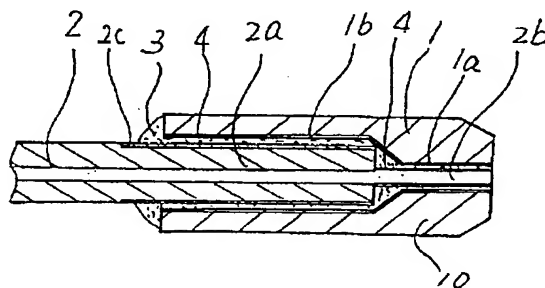
QA19 QA23

(54) 【発明の名称】 光ファイバ組立部材

(57) 【要約】

【課題】 厳しい温度変化に対しても接着剤3と接着界面に剥離が生じることがなく、光ファイバ2が破断する事を防止する。

【解決手段】 貫通孔を有するフェルール1内に、端部に被覆除去部を形成した光ファイバ2を挿入し、上記貫通孔内に充填された接着剤3にて固定した光ファイバ組立部材10において、光ファイバ2外周面又はフェルール1の貫通孔内周面的一方もしくは双方にカップリング剤4層を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】貫通孔を有するフェルール内に、端部に被覆除去部を形成した光ファイバを挿入し、上記貫通孔内に充填された接着剤にて固定した光ファイバ組立部材において、上記光ファイバの外周面又は上記フェルールの貫通孔内周面の一方もしくは双方にカップリング剤を塗布したことを特徴とする光ファイバ組立部材。

【請求項2】貫通孔を有するフェルール内に、端部に被覆除去部を形成した光ファイバを挿入し、上記貫通孔内に充填された接着剤にて固定した光ファイバ組立部材において、上記フェルール内にある光ファイバ被覆部の少なくとも接着剤に固定される部分の表面が酸化されていることを特徴とする光ファイバ組立部材。

【請求項3】上記光ファイバ被覆部が、プラズマ放電による表面処理で酸化されていることを特徴とする請求項2記載の光ファイバ組立部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信等に使用される光ファイバ組立部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、光通信システムにおける装置の切り替え、送受信ポートの取り外し、装置の調整、測定等の脱着自在な光接続が必要な箇所には光ファイバコネクタが用いられ、その内部には光ファイバ組立部材が使用される。又、レーザダイオードを搭載した光パッケージの内部にはレーザダイオードから出射された光を光ファイバへ結合させる為の光ファイバ組立部材が使用される。

【0003】上記光ファイバ組立部材は図4(a)に示すように、軸孔1aと該軸孔1aに連続した被覆固定孔1bからなる貫通孔を有したフェルール1に光ファイバ2を接合した一体構造となっている。軸孔1aは光ファイバ2の被覆除去部2bの外径よりやや大きな孔であり、被覆固定孔1bは被覆部2aの外径よりやや大きな孔となっている。フェルール1の材質としてはセラミックス、金属等からなり、フェルール1と光ファイバ2は貫通孔に充填したエポキシ樹脂等の接着剤3で固定されていた。

【0004】又、図4(b)～(d)に示すように、光ファイバ2の被覆除去部2bの固定される中子1cと、被覆部2aの固定されるフランジ1dが別々の部材からなっているものもある。中子1cはセラミックス、金属等からなり、フランジ1dは金属からなり、中子1cとフランジ1dは圧入、接着等で固定されている。又、フェルール1と光ファイバ2は上記同様にエポキシ接着剤等で固定されていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の光ファイバ組立部材10のフェルール1と光ファイバ2の接

合強度は軸孔1aと被覆除去部2bとの接着力、及び被覆固定孔1bと被覆部2aとの接着力により確保される。そしてこの接着に使用されるエポキシ接着剤は硬化時に僅かに膨張するために常温では十分な強度を得ることが出来た。

【0006】しかし、光ファイバ組立部材10は熱膨張係数の大きいエポキシ接着剤及び被覆部2a、熱膨張係数の小さい石英ガラスからなる被覆除去部2b、そしてその中間的な熱膨張係数のフェルール1が混在した構成のために、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ という厳しい温度変化に対しては接着剤3と接着界面に剥離が生じてしまい、接合強度が失われ、光ファイバ2に僅かな引張力を加えただけで光ファイバが破断してしまうという課題があった。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題に鑑みて本発明は、貫通孔を有するフェルール内に、端部に被覆除去部を形成した光ファイバを挿入し、上記貫通孔内に充填された接着剤にて固定した光ファイバ組立部材において、上記光ファイバの外周面又は上記フェルールの貫通孔内周面の一方もしくは双方にカップリング剤を塗布したことを特徴とする。

【0008】又、本発明は、上記光ファイバ組立部材において、上記フェルール内にある光ファイバ被覆部の少なくとも接着剤に固定される部分の表面が酸化されていることを特徴とする。

【0009】更に、上記光ファイバ被覆部が、プラズマ放電による表面処理で酸化されていることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図によって説明する。

【0011】図1は本発明の第一実施形態を示す光ファイバ組立部材の断面図を示す。本発明に係る光ファイバ組立部材10は、軸孔1aと該軸孔1aに滑らかに連続した被覆固定孔1bからなる貫通孔を有したフェルール1に光ファイバ2を挿入し、接着剤3で接合して一体構造となっている。軸孔1aは光ファイバ2の被覆除去部2bの外径よりやや大きな孔であり、被覆固定孔1bは被覆部2aの外径よりやや大きな孔となっている。

【0012】フェルール1の軸孔1a及び被覆固定孔1bの内面にはカップリング剤4が塗布されている。又、光ファイバ2の石英ガラスからなる被覆除去部2bにもカップリング剤4が塗布され、少なくとも接着剤が固着される部分は表面処理されている。更に、ナイロン、ハイトレル等の樹脂からなる被覆部2aの表面は酸化部2cとなっている。そしてそれぞれの部品が表面処理された界面にエポキシ樹脂からなる接着剤3を充填することにより強固に固定することができる。

【0013】ここで、カップリング剤とは、無機物質表

面との結合性の良い官能基と有機高分子に対して強い結合性を示す他の官能基とを有する表面処理剤であり、具体的には、クロム系カップリング剤、有機チタン系カップリング剤、有機りん酸系カップリング剤、シリルパーオキシド等のカップリング剤が使用出来るが、特にシランカップリング剤を用いると、界面において化学結合することにより強固な接着効果が得られ好適である。

【0014】次に、セラミックス、金属、及び石英ガラスにカップリング剤を用いて表面処理することにより接着強度が向上する理由について説明する。

【0015】カップリング剤の中でも代表的なシランカップリング剤については、一般的に化1の化学構造式で表される。

【0016】



【0019】このシラノール基は、無機材料表面に対して、吸着あるいは化学結合しうる反応基である。

【0020】一方、Yは有機マトリックスを反応する有機官能基であり、代表的には、ビニル基、エポキシ基、メタクリル基、アミノ基、メルカプト基などがある。有機官能基Yは、短鎖のアルキレン基RによりSi-C結合でシリコン原子と結合しており、化学的及び熱的に安定である。

【0021】この結合機構については、無機物質表面との間でSiOM(Mはガラスなどのケイ素原子、または金属原子)を形成し、化学的に結合する化学結合論モデル、及び無機物質表面に対し物理的に吸着する物理吸着モデル、及び無機物質表面の水酸基とシランカップリング剤のシラノール基との間に可逆的な平衡化反応が起こる可逆平衡論モデルの各理論が複合的に絡んで界面での接着力を強化している。

【0022】シランカップリング剤には、ビニルトリエトキシシラン、ガンマメタクリルオキシプロピルトリエトキシシラン、ガンマアミノプロピルトリエトキシシラン等を用いることが出来る。

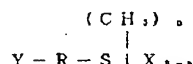
【0023】その為、無機物質からなるフェルール1や光ファイバ2の被覆除去部2bにカップリング剤4を塗布することで、有機物質からなる接着剤3との接着強度を向上出来るのである。

【0024】次に、被覆部2aを成す熱可塑性樹脂等の樹脂を酸化表面処理して酸化部2cを形成することにより接着強度が向上する理由について説明する。

【0025】プラズマ放電により樹脂表面の分子の鎖の切開または表面漸崩が行われ酸化部2cが形成される。そしてこれに加え、交差結合、水素結合、オゾン化等が複合的に絡んで、樹脂表面の活性化を良くし接着性を向上させている。

【0026】プラズマ放電とは、気体放電の一形式であり、二電極間に電圧を加えたとき、電界が均一性を失う

【化1】



【0017】化1中、分子中に2種類以上の反応性の異なる官能基を有している。Xはシリコン原子に結合している加水分解性基であり、クロル基、アルコキシ基、アセトキシ基、イソプロペノキシ基、アシルオキシ基、アミノ基等がある。この加水分解性基Xは、水溶液中、空気中の水分、または無機材料面に吸着された水分により加水分解されて、化2に示すように反応性に富むシラノール基(Si-OH)が生成する。

【0018】

【化2】

と、電位の傾きが大きい部分の気体が局所的な電離を起こし、微音と微光を発して放電する現象をいう。

【0027】この放電により活性化された電子は、被処理材表面の分子結合を破るのに必要なエネルギーの2〜3倍の力を持って、材料面に衝突し、その結果被処理材表面に生じた自由基は、放電による酸化物と、もしくは隣接する分子鎖の中の自由基と急激に反応し交差結合する。そして固体表面が酸化され、その酸化は表面エネルギーを増大させ、材料のぬれ性及び接着力を高めることとなる。

【0028】その為、被覆部2aの表面を酸化処理することで、接着剤3との接着力を高める事が出来る。

【0029】表面酸化処理方法としては、グロー放電、コロナ放電、アーク放電、高周波放電、マイクロ波放電等のプラズマ放電が有効である。中でも、低温で処理が出来しかも安価であるコロナ放電が特に望ましい。

【0030】又、上記プラズマ放電にて説明しているが、樹脂表面の分子の鎖の切開または表面漸崩が行われ酸化部2cを形成しうる方法であれば特に限定はしない。

【0031】次に、一般に固体表面と液体との“ぬれ性”の評価は、下記に示すようにYoungの式で表すことができる。

$$t_{sv} = t_{sl} + t_{lv} \cos \theta$$

t_{sv} : 気-固界面張力

t_{sl} : 固-液界面張力

t_{lv} : 液体の表面張力

θ : 液体の接触角

に示される接触角 θ の大小によって行われ、図2(b)に示すように、 $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ ではぬれにくく、接触角 θ が 90° 未満であれば良く、更には図2(a)に示すように、 70° 以下であることがより望ましい。それにより、接着強度を格段に向上させることが出来る。

【0033】本発明である光ファイバ被覆除去部2b及びフェルール軸孔1aにカップリング剤4にて表面処理したものは共に接触角 θ が 70° 以下となり、“ぬれ性”が格段に向上しており、それによって接着強度を高めることが可能となっている。

【0034】又、本発明である光ファイバ被覆部2aにコロナ放電により表面酸化処理を施したものと前記同様接触角 θ が 70° 以下となり、“ぬれ性”が格段に向上しており、それによって接着強度を高めることが可能となっている。

【0035】なお、カップリング剤4による表面処理の有無は、試料にX線をあて発生する電子の運動量分布を測定するESCAにより分析測定することが出来る。更に好ましくは試料に小さなエネルギーを与え、試料表面を壊さずにある程度の固まりでイオン化させるTOF-SIMSを用いて分析測定すると良い。

【0036】又、コロナ放電による酸化表面処理の有無は、前記同様に試料にX線をあて発生する電子の運動量分布を測定するESCAにより分析測定することが出来る。

【0037】次に、図3は本発明の第二実施形態例を示す光ファイバ組立部材10の断面図である。第一実施形態例に比べフェルール1が中子1cとフランジ1dに分離されており、圧入、接着、低融点ガラス付け、半田付け等の方法で固定されている。

【0038】以上の実施形態において、図1のフェルール1又は図3の中子1cの材質としては、アルミナ、ジルコニア、チタニウム、炭化珪素、アルミナ-ジルコニア、ほう珪酸ガラス、結晶化ガラス、もしくは金属、樹脂等を用いることができ、図3のフランジ1dはステンレス、黄銅にニッケルメッキ等の金属もしくは液晶ポリマー、ポリブチレンテレタフレート、ポリエーテルイミド、ポリエーテルサルファイド等の樹脂を用いることもできる。

【0039】又、本発明は図1、図3に示す構造に限るのではなく、図4(c)、(d)に示した様なフェルール1の構造でも同様の効果を奏することができる。更には、図ではフェルール1の先端面は全て光ファイバの長手方向に対して直角に描いているが、斜め、球面、斜め球面いずれの形状でも用いることができる。

【0040】さらに、カップリング剤4はフェルール1、光ファイバ2の双方でなくとも、一方のみに塗布す

ることでも効果がある。又、カップリング剤4の塗布と酸化処理は双方を施さなくとも一方のみを行うことでも効果を奏することができる。

【0041】次に、それぞれの加工方法について説明する。

【0042】まず、カップリング剤4での表面処理は、脱脂洗浄したあと十分に乾燥させておいて、カップリング剤浴にフェルール1を超音波をかけながら数分間浸した後、軸孔1aが開通するようにエアブローを行い、液剤をとばす。その後外周面、先端面、後端面をエチルアルコールを浸した清浄綿で拭い、余分なカップリング剤を取り除き、乾燥機にて十分に乾燥させる。

【0043】又、光ファイバ被覆除去部2bはカップリング剤浴に浸した後、全体をエアブローし余分な液剤をとばし、乾燥機にて十分に乾燥させる。

【0044】次に、プラズマ放電処理の一種であるコロナ放電処理は、光ファイバ被覆部2aにコロナ放電を数十秒間あてて表面酸化処理を施す。この場合、表面処理後すぐに接着作業を行うことが望ましく、処理後数日放置しておく、酸化表面が元の状態に戻ってしまい、接着力増強効果がなくなってしまうことになる。

【0045】

【実施例】ここで、以下に示す方法で第一の実験を行った。

【0046】ジルコニアセラミックス、石英ガラスおよびナイロン12で $\phi 20\text{mm}$ 、厚み5mmの円板を作り、その表面を表面粗さ $Ra0.2\mu\text{m}$ に仕上げて脱脂洗浄を施したサンプルを30個作成し、内10個は更にシランカップリング剤表面処理を施し、他の10個はコロナ放電による表面酸化処理を施し、残り10個はそのままの状態、エポキシ接着剤を液滴し、硬化処理を行い、硬化後の接触角 θ を測定した。

【0047】その結果である、測定値の平均値を表1に示す。

【0048】ジルコニアセラミックス及び石英ガラスにシランカップリング剤による表面処理を施したサンプルは接触角 θ が小さくなっている。又、ナイロン12にコロナ放電による表面酸化処理を施したサンプルも接触角 θ が 70° 以下となっており、ぬれ性が良好となっている。

【0049】

【表1】

| | 脱脂のみ | 脱脂+カップリング剤 | 脱脂+コロナ放電 |
|--------|------|------------|----------|
| ジルコニア | 94° | 53° | 92° |
| 石英ガラス | 92° | 47° | 93° |
| ナイロン12 | 106° | 103° | 64° |

【0050】次に、以下に示す方法で第二の実験を行った。

【0051】ジルコニアセラミックス製のシングルモードフェルール1の外径 $D=\phi 2.5\text{mm}$ 、長さ $L=1$

0.5mm、軸孔1a=φ0.126mm、被覆固定孔1b=φ1.0mm、軸孔1a長さ=4mmとして、比較例として図4(a)に示した従来の光ファイバ組立部材10と、本発明の第一の実施形態として図1に示した光ファイバ組立部材10を各10個サンプルを作成し、下記条件にて熱衝撃試験を行い試験前後の挿入損失を測定した。

【0052】熱衝撃試験条件

1. 温度条件

高温：+85℃、 30分

常温： 5分

低温：-40℃、 30分

高温-常温-低温-常温の1サイクル70分

2. サイクル数

1000サイクル

その結果を表2に示す。

【0053】比較例である従来の光ファイバ組立部材10は、その為に接続損失が大きくしかもバラツキも大きく、一部完全に破断しているサンプルもあった。これは厳しい温度変化の中で接着剤3の界面が剥離したために、光ファイバ2が貫通孔内で固定されていないことが原因である。それに対し、本発明の光ファイバ組立部材10は接続損失の平均値が小さくしかもバラツキも小さいという結果となった。

【0054】

【表2】

| 単位 (dB) | | | | | |
|-------------|----|------|------|-------|----|
| | No | 試験前 | 試験後 | 変動値 | 備考 |
| 本 発 明 | 1 | 0.12 | 0.10 | -0.02 | |
| | 2 | 0.09 | 0.11 | 0.02 | |
| | 3 | 0.06 | 0.08 | 0.02 | |
| | 4 | 0.11 | 0.09 | -0.02 | |
| | 5 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | |
| | 6 | 0.07 | 0.09 | 0.02 | |
| | 7 | 0.12 | 0.10 | -0.02 | |
| | 8 | 0.09 | 0.13 | 0.04 | |
| | 9 | 0.06 | 0.09 | 0.03 | |
| | 10 | 0.09 | 0.06 | -0.03 | |
| | 平均 | 0.08 | 0.09 | | |
| | 偏差 | 0.03 | 0.02 | | |
| 従 来 例 | 1 | 0.06 | 5.43 | 4.37 | 破断 |
| | 2 | 0.08 | 0.06 | -0.02 | |
| | 3 | 0.14 | 9.52 | 9.48 | 破断 |
| | 4 | 0.13 | 3.81 | 3.68 | 破断 |
| | 5 | 0.07 | 6.90 | 6.83 | 破断 |
| | 6 | 0.07 | 2.45 | 2.38 | 破断 |
| | 7 | 0.09 | 0.12 | 0.03 | |
| | 8 | 0.07 | 0.45 | 0.38 | |
| | 9 | 0.11 | 0.85 | 0.74 | |
| | 10 | 0.10 | 0.09 | -0.01 | |
| | 平均 | 0.09 | 2.98 | | |
| | 偏差 | 0.03 | 3.37 | | |

【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、貫通孔を有するフェール内に、端部に被覆除去部を形成した光ファイバを挿入し、上記貫通孔内に充填された接着剤にて固定した光ファイバ組立部材において、光ファイバ外周面又はフェールの貫通孔内周面の一方もしくは双方にカップリング剤層を形成し、更にはフェール内にある光ファイバ被覆部の少なくとも接着剤が固定される部分の表面を酸化することにより、厳しい温度変化に対しても接着剤と接着界面に剥離が生じることを防止し、光ファイバが破断することのない信頼性の高い光ファイバ組立部材を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態を示す光ファイバ組立部材の断面図である。

【図2】接触角θの典型的な形状を示す図であり、

(a)はθが70°未満の接触角を示す図であり、

(b)はθが90°を越える接触角を示す図である。

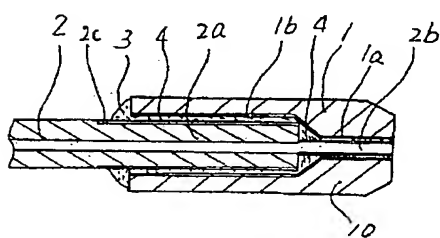
【図3】本発明の第二実施形態を示す光ファイバ組立部材の断面図である。

【図4】(a)～(d)は従来例の光ファイバ組立部材の断面図である。

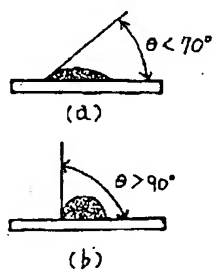
【符号の説明】

- 1 フェール
- 1a 軸孔
- 1b 被覆固定孔
- 1c 中子
- 1d フランジ
- 2 光ファイバ
- 2a 被覆部
- 2b 被覆除去部
- 2c 酸化部
- 3 接着剤
- 4 カップリング剤
- 10 光ファイバ組立部材

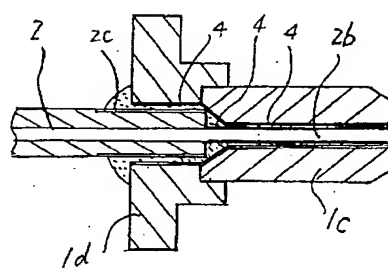
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

